

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова»

Факультет информатики и вычислительной техники

Кафедра промышленной электроники

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по учебной работе

И. Е. Новеринов

«31» августа 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Электротехника и электроника»

Направление подготовки (специальность) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Квалификация (степень) выпускника – Бакалавр

Профиль (направленность) Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Академический бакалавриат

Чебоксары – 2017

Рабочая программа основана на требованиях Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки 12.01.2016 г. № 5.

СОСТАВИТЕЛЬ:

доцент кафедры промышленной
электроники, к.т.н., доцент



А.В. Серебрянников

ОБСУЖДЕНО:

на заседании кафедры промышленной электроники « 30 » августа 2017 г., протокол
№ 1

заведующий кафедрой



Г.А. Белов

СОГЛАСОВАНО:

Методическая комиссия факультета информатики и вычислительной техники
« 30 » августа 2017 г., протокол № 1

Декан факультета



А.В. Щипцова

Директор научной библиотеки



Н.Д. Никитина

Начальник управления информатизации



И.П. Пивоваров

Начальник учебно-методического управления



В.И. Маколов

1. Цель и задачи обучения по дисциплине

Целью обучения по дисциплине является подготовка обучающихся по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков в области электротехники и электроники для успешного освоения образовательной программы по данному направлению подготовки.

Задачами обучения по дисциплине являются:

- изучение понятийного аппарата дисциплины и основных теоретических положений и методов, используемых в электротехнике и электронике;
- привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач в области электротехники и электроники.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП)

Дисциплина «Электротехника и электроника» относится к блоку обязательных дисциплин вариативной части основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника и имеет исключительно важное значение для формирования научного кругозора бакалавра. В процессе изучения дисциплины обучающиеся получают базовую теоретическую подготовку, необходимую для изучения дальнейших дисциплин, связанных с изучением аппаратной части вычислительной техники.

В рамках дисциплины «Электротехника и электроника» изучаются физические процессы, происходящие в электро- и радиотехнических цепях, их математические модели, описываемые с помощью конечного числа взаимосвязанных алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений, а также принципы работы основных аналоговых электронных устройств.

Дисциплины учебного плана, изученные обучающимися и формирующие входные знания и умения для обучения по данной дисциплине: Математический анализ; Физика; Алгебра и геометрия.

Дисциплины учебного плана, которые предстоит изучить обучающимся и для которых при обучении по данной дисциплине формируются входные знания и умения: Цифровая схемотехника; ЭВМ и периферийные устройства; Микропроцессорные средства и системы.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ООП

Процесс обучения по дисциплине направлен на формирование следующих компетенций:

– общепрофессиональных (ОПК):

способность участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов (ОПК-4);

– профессиональных (ПК):

способность разрабатывать компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии программирования (ПК-2)

В результате обучения по дисциплине, обучающийся должен (ЗУН):

знать:

- З1: основные физические законы и явления, понятия и положения, на которых базируется дисциплина «Электротехника и электроника» (ПК-2);

- 32: основные особенности линейных цепей постоянного и переменного тока, а также основные методы расчета цепей во временной и частотной областях, в стационарном и переходном режимах (ПК-2);

- 33: элементную базу современных электронных устройств, классификацию, принцип их действия, характеристики и параметры (ОПК-4, ПК-2);

- 34: основные технические параметры и характеристики типовых электронных устройств (ОПК-4, ПК-2);

- 35: назначение, принципы действия и конструкции различных электромагнитных устройств, трансформаторов, электрических машин постоянного и переменного токов (ОПК-4, ПК-2);

- 36: основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин (ОПК-4);

уметь:

- У1: собирать и анализировать работу различных электрических схем, используя различные измерительные приборы в цепях постоянного, синусоидального и несинусоидального токов (ОПК-4, ПК-2);

- У2: объяснять принцип действия различных электромагнитных устройств и электрических машин, электронных приборов (диодов, стабилитронов, транзисторов, тиристоров и оптоэлектронных приборов) (ПК-2);

- У3: составлять математические модели электрических цепей, использовать их для расчёта и анализа основных параметров и характеристик цепей (ПК-2);

- У4: использовать моделирующие программные средства для анализа физических процессов, протекающих в электрических цепях (ПК-2);

- У5: снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями (ОПК-4);

владеть навыками:

- Н1: графическими и графо-аналитическими методами расчёта и анализа цепей постоянного, синусоидального и несинусоидального токов, а также трехфазных цепей с различными способами соединения фаз источника и нагрузки (ПК-2);

- Н2: анализа работы электронных приборов и устройств (ПК-2);

- Н3: чтения принципиальных, электрических и монтажных схем (ОПК-4).

- Н4: выбирать и правильно эксплуатировать электрические, электронные приборы и электрооборудование (ОПК-4).

4. Структура и содержание дисциплины

Образовательная деятельность по дисциплине проводится:

– в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях (далее – контактная работа);

– в форме самостоятельной работы.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа, занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, лабораторные работы, практикумы), групповые и (или) индивидуальные консультации, в том числе в электронной информационно-образовательной среде.

Обозначения:

Л – лекции, л/р – лабораторные работы, п/р – практические занятия, КСР – контроль самостоятельной работы, СРС – самостоятельная работа студента, ИФР – интерактивная форма работы, К – контроль.

4.1. Содержание дисциплины

Содержание	Формируемые компетенции	Формируемые ЗУН
Раздел 1. Линейные цепи постоянного тока	ОПК-4, ПК-2	31, 32, 36, У1, У2, У4, У5, Н1
1.1. Основные понятия электротехники		
1.2. Основные законы для цепей постоянного тока		
1.3. Основные методы расчёта сложных электрических цепей постоянного тока		
1.4. Двухполюсники		
Раздел 2. Линейные цепи синусоидального тока	ОПК-4, ПК-2	31, 32, 36, У1, У4, У5, Н1
2.1. Основные понятия о цепях синусоидального тока		
2.2. Синусоидальный ток в цепи с реактивными элементами		
2.3. Анализ установившегося синусоидального режима		
2.4. Колебательные контуры		
2.5. Линейные цепи несинусоидального тока		
Раздел 3. Переходные процессы в цепях постоянного и переменного тока	ОПК-4, ПК-2	31, 32, У4
3.1. Переходные процессы в линейных цепях постоянного тока		
3.2. Операторный метод анализа и расчёта переходных процессов		
Раздел 4. Основные устройства электротехники	ОПК-4, ПК-2	33, 35, 36, У2, Н1, Н2, Н4
4.1. Четырёхполюсники		
4.2. Электрические фильтры		
4.3. Трансформаторы. Электрические машины		
4.4. Трёхфазные цепи синусоидального тока		
Раздел 5. Основные полупроводниковые приборы	ОПК-4, ПК-2	31, 33, 36, У2, Н2, Н4
5.1. Приборы на основе р-п перехода		
5.2. Биполярные транзисторы		
5.3. Полевые транзисторы		
5.4. Тиристоры и силовые транзисторы		
Раздел 6. Основные аналоговые полупроводниковые электронные устройства	ОПК-4, ПК-2	34, 36, У1, Н2, Н3, Н4
6.1. Основы преобразовательной техники		
6.2. Выпрямители		
6.3. Инверторы		
6.4. Усилители переменного тока		
6.5. Усилители постоянного тока		
Зачёт	ОПК-4, ПК-2	31-36, У1-У5, Н1-Н4
Экзамен	ОПК-4, ПК-2	31-36, У1-У5, Н1-Н4

4.2. Объем дисциплины, виды учебной работы обучающихся по очной форме обучения

Содержание	Всего, час	Контактная работа, час				СРС, час	ИФР, час	К, час
		Л	л/р	п/р	КСР			
Раздел 1. Линейные цепи постоянного тока								
1.1. Основные понятия электротехники	4	2				2		
1.2. Основные законы для цепей постоянного тока	10	2	4	2		2	6	
1.3. Основные методы расчёта сложных электрических цепей постоянного тока	10	2	4	2		2	6	
1.4. Двухполюсники	8	2	4			2	4	
Раздел 2. Линейные цепи синусоидального тока								
2.1. Основные понятия о цепях синусоидального тока	4	2				2		
2.2. Синусоидальный ток в цепи с реактивными элементами	8	2	4			2	4	
2.3. Анализ установившегося	6	2		2		2	2	

Содержание	Всего, час	Контактная работа, час				СРС, час	ИФР, час	К, час
		Л	л/р	п/р	КСР			
синусоидального режима								
2.4. Колебательные контуры	6	2		2		2	2	
2.5. Линейные цепи несинусоидального тока	4	2				2		
Раздел 3. Переходные процессы в цепях постоянного и переменного тока								
3.1. Переходные процессы в линейных цепях постоянного тока	6	2		2		2	2	
3.2. Операторный метод анализа и расчёта переходных процессов	4	2				2		
Раздел 4. Основные устройства электротехники								
4.1. Четырёхполюсники	6	2		2		2	2	
4.2. Электрические фильтры	6	2		2		2	2	
4.3. Трансформаторы. Электрические машины	8	2	4			2	4	
4.4. Трёхфазные цепи синусоидального тока	8	2	4			2	4	
Раздел 5. Основные полупроводниковые приборы								
5.1. Приборы на основе р-п перехода	8	2	4			2	4	
5.2. Биполярные транзисторы	8	2	4			2	4	
5.3. Полевые транзисторы	8	2	4			2	4	
5.4. Тиристоры и силовые транзисторы	8	2	4			2	4	
Раздел 6. Основные аналоговые полупроводниковые электронные устройства								
6.1. Основы преобразовательной техники	4	2				2		
6.2. Выпрямители	10	2	4	2		2	6	
6.3. Инверторы	4	2				2		
6.4. Усилители переменного тока	4	2				2		
6.5. Усилители постоянного тока	8	2	4			2	4	
Зачет	11				2	9		
Экзамен	45							45
Итого	216, б з.е.	48	48	16	2	57	64	45

5. Содержание разделов дисциплины

5.1. Лекции и практические занятия

Раздел 1. Линейные цепи постоянного тока.

Тема 1.1. Основные понятия электротехники (2 часа).

Введение в электротехнику и её задачи. Краткая история развития электротехники и радиотехники. Особенности современного состояния, связанные с развитием микроэлектроники, вычислительной техники. Различные подходы к анализу процессов в электрических цепях: эмпирический и теоретический. Модели электронных устройств.

Классификация элементов электрических цепей: источники и приёмники электрической энергии (активные и пассивные элементы цепей). Источники ЭДС и тока, их идеальные и идеализированные модели. Примеры реальных источников ЭДС и тока. Управляемые источники тока и напряжения. Приёмники электрической энергии: активные (сопротивление) и реактивные (индуктивность, ёмкость) элементы. Реальные приёмники и их модели. Дуальные элементы и цепи.

Основные определения теории электрических цепей. Электрический заряд, электромагнитное поле, электрический ток, потенциал, напряжение и ЭДС, электрическая цепь. Мгновенная мощность и энергия.

Назначение измерений в электрических цепях. Основные электрические измерительные приборы. Схемы подключения приборов. Погрешности приборов.

Тема 1.2. Основные законы для цепей постоянного тока (2 часа).

Сопротивление и проводимость проводников. Закон Ома для участка и полной цепи. Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие тока.

Линейные и нелинейные элементы. Статические и дифференциальные параметры элементов.

Понятие электрической цепи. Схемы электрической цепи. Основные топологические понятия теории цепей: ветвь, узел, контур, независимый контур, граф, дерево графа. Первый и второй законы Кирхгофа. Составление по законам Кирхгофа системы линейных алгебраических уравнений и методы её решения.

Эквивалентные преобразования источников и потребителей электрической энергии. Последовательные и параллельные соединения участков электрической цепи. Преобразование из треугольника в звезду и наоборот. Расчет простых резистивных схем.

Практическое занятие 1. Расчет простых цепей постоянного тока с использованием законов Ома и Кирхгофа, методом наложения. Расчет цепи со смешанным соединением приёмников. (2 часа).

Тема 1.3. Основные методы расчёта сложных электрических цепей постоянного тока (2 часа).

Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Метод наложения. Метод эквивалентного источника (генератора). Баланс мощности.

Практическое занятие 2. Расчет цепей постоянного тока методом контурных токов, методом узловых потенциалов, методом эквивалентного источника (генератора). Составление балансов мощностей (2 часа).

Тема 1.4. Двухполюсники (2 часа).

Классификация двухполюсников: активные и пассивные, их условное обозначение. Особые работы активных двухполюсников: холостой ход, короткое замыкание. Метод эквивалентного источника (генератора). Условие передачи максимальной мощности от источника нагрузке.

Раздел 2. Линейные цепи синусоидального тока.

Тема 2.1. Основные понятия о цепях синусоидального тока (2 часа).

Источники электрической энергии переменного тока. Основные параметры сигналов синусоидального тока. Мгновенное, амплитудное, действующее и среднее значения синусоидального тока (напряжения). Представление синусоидальных величин в виде выражения во временной области. Изображение синусоидальных функций времени векторами на комплексной плоскости. Переход от мгновенных значений к комплексным изображениям и обратно. Комплексная амплитуда. Комплексное действующее значение. Формы представления комплексных чисел. Операции с комплексными числами.

Элементы и параметры цепи переменного тока. Синусоидальный ток в цепи с резистором: связь между напряжением и током, мгновенная мощность и активная мощность на резисторе.

Тема 2.2. Синусоидальный ток в цепи с реактивными элементами (2 часа).

Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Потокосцепление.

Реактивные элементы электрической цепи синусоидального тока: катушка индуктивности, конденсатор. Идеализированные и идеальные модели реактивных элементов. Связь между напряжением и током, мгновенная мощность и реактивная мощность на индуктивности и ёмкости. Основные расчётные соотношения, графики мгновенных значений. Индуктивное и ёмкостное сопротивление.

Последовательное и параллельное соединение резистора, индуктивности и ёмкости. Комплексные сопротивления. Треугольники сопротивлений и проводимостей. Активная, реактивная и полная мощности. Решение задач по неразветвленным цепям с построением векторных диаграмм.

Тема 2.3. Анализ установившегося синусоидального режима (2 часа).

Задача анализа установившегося синусоидального режима. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Метод комплексных амплитуд и комплексных действующих значений. Порядок расчёта цепей синусоидального тока комплексным методом. Построение векторных диаграмм токов и топографических диаграмм напряжений. Показания приборов в цепи синусоидального тока.

Балансы активной, реактивной, полной и комплексной мощности.

Использование метода наложения в случае наличия в цепи нескольких источников с разной частотой синусоидального тока.

Практическое занятие 3. Расчёт цепей синусоидального тока в комплексной форме. Составление балансов мощностей (2 часа).

Тема 2.4. Колебательные контуры (2 часа).

Резонансные режимы в последовательном и параллельном контурах. Условие резонанса. Резонанс напряжений в неразветвлённой RLC-цепи. Резонанс токов в разветвлённой RLC-цепи. Резонансная частота. Добротность контура. Способы достижения резонанса. Комплексные частотные характеристики идеализированных двухполюсных элементов. Полоса пропускания. Резонансные кривые. Энергетические соотношения.

Практическое занятие 4. Определение условий резонанса в неразветвлённых и разветвлённых цепях (2 часа).

Тема 2.5. Линейные цепи несинусоидального тока (2 часа).

Представление несинусоидального тока в виде тригонометрического ряда Фурье-Эйлера. Состав высших гармоник при наличии симметрии форм кривых тока или напряжения. Понятие о частоте спектра. Особенности расчета цепей несинусоидального тока при наличии высших гармоник. Резонансные явления в цепи несинусоидального тока. Действующее и среднее значения. Показания приборов в цепях несинусоидального тока. Коэффициенты, характеризующие несинусоидальность кривых. Мощности в цепи несинусоидального тока: мгновенная, активная, реактивная, полная, мощность искажения.

Раздел 3. Переходные процессы в цепях постоянного и переменного тока.

Тема 3.1. Переходные процессы в линейных цепях постоянного тока (2 часа).

Понятие о переходных процессах. Причины возникновения переходных процессов (изменение параметров источников или приёмников, коммутации в цепи). Законы коммутации для индуктивности и конденсатора. Начальные условия.

Задача расчёта переходного процесса при коммутации в цепи постоянного тока. Анализ переходных процессов в электрических цепях во временной области. Переходные процессы в цепях первого порядка (для простейших RL- и RC-цепей). Принужденный (вынужденный) и свободный (собственные колебания) режимы, их определение при различных типах источников.

Переходные процессы в цепях второго порядка. Классический метод расчёта переходных процессов. Характеристическое уравнение цепи, способы его составления. Влияние вида корней на характер свободного режима. Определение постоянных интегрирования по независимым и зависимым начальным условиям.

Определение реакции цепи во временной области при произвольном воздействии (интеграл Дюамеля).

Практическое занятие 5. Расчет переходных процессов в цепях 1-го и 2-го порядка (2 часа).

Тема 3.2. Операторный метод анализа и расчёта переходных процессов (2 часа).

Суть операторного метода анализа и расчёта переходных процессов. Прямое преобразование Лапласа. Изображения производных, интегралов и простейших функций. Операторные схемы замещения накопителей энергии (индуктивности и ёмкости).

Эквивалентная операторная схема рассматриваемой цепи. Проверка правильности

найденного изображения по предельным соотношениям. Определение оригинала с помощью теоремы разложения Хевисайда (метод неопределённых коэффициентов).

Раздел 4. Основные устройства электротехники.

Тема 4.1. Четырёхполюсники (2 часа).

Общие сведения о четырёхполюсниках. Классификация четырехполюсников. Пассивные и проходные четырёхполюсники, различные системы их уравнений. Основные уравнения и системы первичных параметров неавтономных четырехполюсников. Схемы замещения. Коэффициенты четырёхполюсника и связь между ними. Расчёт коэффициентов четырёхполюсника. Вторичные параметры четырехполюсников.

Входное сопротивление четырёхполюсника при произвольной нагрузке. Холостой ход, короткое замыкание и их связь с параметрами четырёхполюсника. Экспериментальное определение первичных параметров.

Симметричные четырёхполюсники. Характеристические параметры и значения согласованной нагрузки. Каскадные соединения четырехполюсников.

Практическое занятие 6. Расчёт параметров четырехполюсников (2 часа).

Тема 4.2. Электрические фильтры (2 часа).

Основные понятия об электрических фильтрах. Классификация фильтров. Комплексные коэффициенты передачи, амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики четырёхполюсников. Амплитудно-фазовая характеристика в комплексной плоскости. АЧХ и ФЧХ простейших цепей (RL, RC, RLC). Анализ прохождения сигналов через линейные цепи в частотной области.

Связь между частотными и временными характеристиками цепи. Определение реакции цепи по её частотным характеристикам при гармоническом, произвольном периодическом и произвольном непериодическом воздействиях.

Практическое занятие 7. Расчёт электрических фильтров (2 часа).

Тема 4.3. Трансформаторы. Электрические машины (2 часа).

Назначение, устройство и принцип действия простейшего однофазного трансформатора. Повышающие и понижающие трансформаторы. Коэффициент трансформации. Гальваническая развязка.

Автотрансформаторы. Трёхфазные трансформаторы.

Электрические машины: определение, назначение. Типы электрических машин. Принцип действия. Электрические машины постоянного тока.

Электрические машины переменного тока. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия асинхронного и синхронного двигателей.

Тема 4.4. Трёхфазные цепи синусоидального тока (2 часа).

Трёхфазные электрические цепи. Порядок чередования фаз. Несвязанная и связанная трёхфазные цепи. Системы прямой и обратной последовательности. Соединение обмоток генератора и фаз приемника звездой и треугольником. Нейтральный провод. Трёхпроводная и четырёхпроводная системы. Фазные и линейные напряжения и токи.

Свойства симметричных трехфазных цепей. Расчёт симметричных режимов. Соединение звезда-звезда, треугольник-треугольник. Векторные диаграммы.

Расчёт несимметричных режимов в трехфазных цепях. Измерение активной и реактивной мощности.

Мощность в трёхфазных цепях.

Раздел 5. Основные полупроводниковые приборы.

Тема 5.1. Приборы на основе p-n перехода (2 часа).

Основные сведения о полупроводниках, их параметры в сравнении с проводниками и диэлектриками. Основные полупроводниковые элементы и соединения. Собственные и примесные полупроводники. Акцепторные и донорные примеси. Электроны и дырки. Собственная, донорная (электронная) и акцепторная (дырочная) проводимость.

Электронно-дырочный (р-п) переход: определение, основные свойства, способы получения, энергетическая диаграмма.

Диффузионный и дрейфовый ток. Электронно-дырочный переход в равновесном и неравновесном состоянии. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) р-п перехода: идеальная, идеализированная, реальная. Формула Шокли. Прямое и обратное включение.

Пробой р-п перехода и его виды. Влияние температуры на ВАХ р-п перехода. Схемы замещения р-п перехода, его барьерная и диффузионная ёмкости.

Основные полупроводниковые элементы на основе р-п перехода (выпрямительные диоды, стабилитроны, туннельные диоды): их ВАХ, основные параметры, области применения, условно-графические обозначения.

Светодиоды и фотодиоды, импульсные диоды, вариакапы.

Тема 5.2. Биполярные транзисторы (2 часа).

Биполярные транзисторы: определение, устройство, принцип действия, области применения. Классификация и условные графические обозначения биполярных транзисторов. Статический коэффициент передачи тока эмиттера. Связь тока коллектора с током базы.

Режимы работы биполярного транзистора: нормальный активный режим, режим насыщения, режим отсечки, инверсный активный режим. Выбор режима работы транзистора по постоянному току.

Схемы включения биполярных транзисторов: с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором. Входные и выходные статические характеристики биполярного транзистора для каждой схемы включения.

Тема 5.3. Полевые транзисторы (2 часа).

Полевые транзисторы: определение, области применения. Классификация и условные графические обозначения полевых транзисторов.

Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом: упрощённая конструкция, принцип действия, выходная (стоковая) и передаточная (стоко-затворная) характеристики, напряжение отсечки, начальный ток стока, эффект модуляции длины канала, режим насыщения. Низкочастотные малосигнальные параметры полевого транзистора: крутизна, дифференциальное сопротивление сток-исток, коэффициент усиления по напряжению.

Полевые транзисторы с изолированным затвором (со встроенным и индуцированным каналом): упрощённая конструкция, принцип действия, выходная (стоковая) и передаточная (стоко-затворная) характеристики, напряжение отсечки, начальный ток стока. Преимущества полевых транзисторов с изолированным затвором.

Тема 5.4. Тиристоры и силовые транзисторы (2 часа).

Тиристоры: структура, свойства, способы включения, область применения. Вольт-амперная характеристика, основные параметры тиристоров.

Классификация тиристоров, их условно-графические обозначения. Однооперационные (незапираемые) и двухоперационные (запираемые) тиристоры, области их применения. Симисторы.

Силовые биполярные и полевые транзисторы: параметры, области применения.

IGBT-транзисторы (биполярные транзисторы с изолированным затвором): принцип построения, условно-графическое обозначение, параметры, области применения.

Раздел 6. Основные аналоговые полупроводниковые электронные устройства.

Тема 6.1. Основы преобразовательной техники (2 часа).

Классификация преобразовательных устройств, их основное назначение. Ключевой режим работы полупроводниковых приборов в преобразователях.

Вторичные источники питания. Структура, параметры и характеристики вторичных источников питания. Принципы построения и функциональные узлы вторичных источников электропитания. Выпрямители и сглаживающие фильтры. Стабилизаторы напряжения. Стабилизаторы напряжения с импульсным регулированием на интегральных

микросхемах в импульсных источниках питания.

Тема 6.2. Выпрямители (2 часа).

Выпрямители: определение, принцип действия. Однофазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления: принципы работы, параметры, области применения. Сравнение схемы с нулевой точкой и мостовой схемы. Коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения. Использование сглаживающих фильтров и их влияние на происходящие процессы.

Управляемые выпрямители.

Трёхфазные и многофазные выпрямители: принципы работы, параметры, области применения.

Практическое занятие 8. Расчёт однофазных выпрямителей (2 часа).

Тема 6.3. Инверторы (2 часа).

Инверторы: определение, принцип действия. Классификация инверторов.

Инверторы, ведомые сетью. Инверторы тока и напряжения. Автономные инверторы.

Тема 6.4. Усилители переменного тока (2 часа).

Усилители: определение, основные принципы работы. Основные параметры усилителей: коэффициент усиления по напряжению, по току, по мощности, входное сопротивление, выходное сопротивление. АЧХ и ФЧХ идеального усилителя.

Классификация усилителей по виду АЧХ: усилители постоянного тока, усилители переменного тока, избирательные усилители.

Усилители переменного тока: определение, принципы построения. Частотные искажения. Фазовые искажения. Линейные искажения. Нелинейные искажения. Коэффициент гармоник. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Динамический диапазон. Максимальная выходная мощность. Коэффициент полезного действия. Режимы работы усилителей: А, В, АВ, С, D.

Обратные связи в усилительных устройствах. Режимы работы усилительных каскадов. Резисторные усилительные каскады. Цепи смещения. Способы повышения стабильности режима.

Основные схемы усилителей на биполярных и полевых транзисторах. Каскадное включение усилителей. Частотные характеристики многокаскадного усилителя.

Тема 6.5. Усилители постоянного тока (2 часа).

Усилители постоянного тока: определение, принципы построения. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Особенности анализа схем с операционными усилителями.

Дифференциальный усилительный каскад.

Интегральные операционные усилители: условно-графическое обозначение, основные параметры и характеристики. Параметры идеальных и реальных операционных усилителей. Характеристики и параметры операционных усилителей с обратными связями. Схемы сдвига уровня напряжения.

Схемы на операционных усилителях: инвертирующий и неинвертирующий усилители, повторители напряжения, устройства суммирования и вычитания, интегрирующий и дифференцирующий усилители, компараторы напряжения, источники эталонного напряжения и тока, автогенераторы, активные фильтры.

5.2. Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1. Простые цепи постоянного тока, проверка закона Ома (4 часа).

Лабораторная работа № 2. Последовательное и параллельное соединение приемников и проверка законов Кирхгофа (4 часа).

Лабораторная работа № 3. Активный двухполусник. Линейные соотношения (4 часа).

Лабораторная работа № 4. Простые цепи синусоидального тока (4 часа).

- Лабораторная работа № 5. Однофазный трансформатор (4 часа).
 Лабораторная работа № 6. Трехфазная цепь синусоидального тока (4 часов).
 Лабораторная работа № 7. Исследование полупроводниковых диодов (4 часов).
 Лабораторная работа № 8. Исследование биполярных транзисторов (4 часов).
 Лабораторная работа № 9. Исследование полевых транзисторов (4 часов).
 Лабораторная работа № 10. Исследование тиристорov (4 часов).
 Лабораторная работа № 11. Исследование однофазных выпрямителей (4 часов).
 Лабораторная работа № 12. Исследование операционных усилителей и активных фильтров на их основе (4 часов).

5.3. Вопросы для самостоятельной работы студента в соответствии с содержанием разделов дисциплины:

1. Метод наложения. Сущность метода. Входные и взаимные проводимости и сопротивления, передаточные коэффициенты, их расчет и опытное определение.
2. Теорема о компенсации. Линейные соотношения в линейных цепях.
3. Условие передачи максимальной мощности от активного двухполюсника нагрузке.
4. Преобразование трёхлучевой звезды сопротивлений в треугольник и обратно.
5. Принцип работы однофазного синусоидального генератора.
6. Пассивный двухполюсник на переменном токе. Последовательная и параллельная схемы замещения. Векторные диаграммы. Активные и реактивные составляющие токов и напряжений.
7. Комплексная, активная и реактивная проводимости. Треугольник проводимостей.
8. Колебания мощности в цепи синусоидального тока. Мгновенная, активная, реактивная и полная мощности. Треугольник мощностей.
9. Комплексная мощность. Баланс мощности. Коэффициент мощности и его значение.
10. Показания приборов в цепи синусоидального тока. Определение параметров пассивного двухполюсника с помощью амперметра, вольтметра и ваттметра.
11. Условия передачи максимальной мощности от активного двухполюсника нагрузке на переменном токе. Принцип построения топографической диаграммы на примере разветвленной цепи.
12. Цепи переменного тока со взаимной индукцией. Взаимная индуктивность, коэффициент индуктивной связи.
13. Напряжение и ЭДС взаимной индукции и их связь с током. Векторная диаграмма.
14. Полярность индуктивно связанных катушек и их разметка.
15. Методы расчета цепей со взаимной индукцией. Правило, учитывающее знак напряжения взаимной индукции (на примере).
16. Последовательное (согласное и встречное) соединение индуктивно связанных катушек, входное сопротивление таких соединений. Векторные диаграммы.
17. Параллельное соединение индуктивно связанных катушек. Уравнения, входное сопротивление. Векторные диаграммы.
18. Эквивалентная замена (развязка) индуктивных связей.
19. Воздушный трансформатор, уравнения трансформатора в режиме нагрузки и в режимах короткого замыкания и холостого хода. Векторные диаграммы режимов.
20. Вносимые сопротивления трансформатора, одноконтурная схема замещения трансформатора.
21. Резонанс напряжений. Условия возникновения, резонансная частота, характеристическое сопротивление, добротность, векторная диаграмма.
22. Частотные характеристики и резонансные кривые неразветвленной цепи.

23. Резонанс токов. Условия возникновения, резонансная частота, векторная диаграмма токов.
24. Резонанс токов в идеальном параллельном контуре. Частотные характеристики такого контура.
25. Понятие о многофазных и трехфазных цепях синусоидального тока. Принцип работы трехфазного турбогенератора.
26. Симметричная система ЭДС трехфазного генератора. Временные зависимости ЭДС и их векторная диаграмма.
27. Трехфазные цепи синусоидального тока. Связанные и несвязанные цепи. Преимущества трехфазных цепей перед однофазными.
28. Симметричные режимы работы трехфазной цепи при соединении фаз звезда-звезда с нулевым проводом и без него. Напряжение смещения нейтрали. Фазные и линейные токи и напряжения. Расчет токов, построение векторных и топографических диаграмм. Мощности.
29. Симметричный режим работы трехфазной цепи и его расчет для системы треугольник-треугольник. Фазные и линейные напряжения и токи. Векторная диаграмма токов и топографическая диаграмма напряжений. Активная, реактивная и полная мощности трехфазной цепи.
30. Несимметричные режимы работы трехфазной цепи с нулевым проводом и без него. Напряжение смещения нейтрали при соединении звезда-звезда. Расчет токов, построение векторных и топографических диаграмм.
31. Несимметричные режимы работы трехфазной цепи при соединении треугольник-треугольник.
32. Измерение активной мощности в трехфазной цепи методом трех ваттметров и методом двух вольтметров (схема Арона).
33. Измерение реактивной мощности в симметричной трехфазной цепи.
34. Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазочастотная (ФЧХ) характеристики электрических цепей.
35. Расчёт соединений четырехполюсников. Схемы замещения четырехполюсников.
36. Дискретные спектры периодических сигналов. Разложение несинусоидальных токов и напряжений в ряд Фурье.
37. Применение рядов Фурье для расчета несинусоидальных электрических цепей. Методика расчета цепи несинусоидального тока.
38. Определение спектра реакции по спектру воздействия и частотным характеристикам цепи. Представление ряда Фурье в комплексной форме. Распределение энергии в спектре непериодического сигнала. Связь преобразования Фурье с преобразованием Лапласа.
39. Действующие значения несинусоидальных периодических сигналов. Мощности в цепях несинусоидального тока. Показания приборов.
40. Операторный метод расчета переходных процессов в электрических цепях.
41. Импульсная и переходная характеристики цепи. Интеграл Дюамеля.
42. Метод переменных состояния. Составление уравнений состояния в стандартной матричной форме.
43. Однофазная однополупериодная схема выпрямления.
44. Однофазная двухполупериодная схема выпрямления с выводом средней точки трансформатора.
45. Однофазная мостовая схема выпрямления.
46. Трехфазная мостовая схема выпрямления.
47. Режимы работы усилительных каскадов. Цепи смещения. Способы повышения стабильности режима.
48. Источники эталонного напряжения и тока. Усилители мощности. Схемы сдвига уровня напряжения.

49. Усилительный каскад с общим эмиттером. Температурная стабилизация каскада с общим эмиттером.

50. Обратные связи в усилителях.

Самостоятельная работа обучающихся:

- изучение нормативных материалов.
- оформление лабораторной работы, отчета и подготовка к защите выполненной работы;
- оформление лабораторно-практических работ, отчетов и подготовка к защите выполненных работ;
- оформление лабораторных работ, отчетов и подготовка к защите выполненных работ;
- подготовка докладов с использованием аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и интернета;
- подготовка сообщений, компьютерной презентации;
- подготовка сообщений и докладов с использованием аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и интернета;
- подготовка сообщений, компьютерной презентации, докладов;
- работа со справочниками и нормативными документами;
- работа со справочниками;
- решение задач по однофазным цепям синусоидального тока;
- решение задач по расчёту магнитных цепей;
- решение задач по расчёту цепей;
- решение задач по расчёту цепи несинусоидального тока;
- систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы;
- повторная работа над учебным материалом.
- подготовка к итоговому занятию;

6. Образовательные технологии

В соответствии со структурой образовательного процесса по дисциплине применяются следующие технологии:

- управления процессом освоения учебной информации;
- применения знаний на практике, поиска новой учебной информации;
- организации совместной и самостоятельной деятельности обучающихся (учебно-познавательной, научно-исследовательской, частично-поисковой, репродуктивной, творческой и пр.);
- контроля качества и оценивания результатов образовательной деятельности.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для реализации компетентного подхода при обучении дисциплине предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных методов проведения занятий:

При обучении дисциплине применяются следующие формы занятий:

- лекции, направленные на получение новых и углубление научно-теоретических знаний, в том числе вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция, лекции-дискуссии, лекции-беседы и др.;
- практические занятия, проводимые под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленные на углубление и овладение определенными методами самостоятельной работы, могут включать коллективное обсуждение материала, дискуссии, решение и разбор конкретных практических ситуаций, компьютерные симуляции, тренинги и др.;
- лабораторные занятия, проводимые под руководством преподавателя в учебной

лаборатории с использованием компьютеров и учебного оборудования, направленные на закрепление и получение новых умений и навыков, применение знаний и умений, полученных на теоретических занятиях, при решении практических задач и др.

Все занятия обеспечены мультимедийными средствами (проектор, экран) для повышения качества восприятия изучаемого материала. В образовательном процессе широко используются информационно-коммуникационные технологии.

Самостоятельная работа студентов – это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Формы самостоятельной работы студентов определяются содержанием учебной дисциплины, степенью подготовленности студентов. Они могут иметь учебный или учебно-исследовательский характер: анализ, аннотирование и конспектирование литературы по теме, составление вопросов и тестов к теме, подготовка к лабораторным работам, подготовка реферативных сообщений и др.

Формами контроля самостоятельной работы выступают оценивание устного выступления студента на практическом занятии, его доклада; собеседование, в том числе коллоквиум; проверка письменных отчётов по результатам выполненных заданий и лабораторных работ, решений задач; проверка контрольной работы. Результаты самостоятельной работы учитываются при оценке знаний на экзамене и зачёте.

7. Формы аттестации и оценочные материалы

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества усвоения учебного материала, стимулирования учебной работы обучающихся и совершенствования методики проведения занятий. Он проводится в ходе всех видов занятий в форме, избранной преподавателем.

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения учебных целей по учебной дисциплине и проводится в форме экзамена и зачёта. Принимается экзамен и зачёт преподавателями, читающими лекции по данной учебной дисциплине в соответствии с перечнем основных вопросов, выносимых для контроля знаний обучающихся.

7.1. Вопросы к зачету:

1. Введение в электротехнику и её задачи. Краткая история развития электротехники и радиотехники. Особенности современного состояния, связанные с развитием микроэлектроники, вычислительной техники.

2. Различные подходы к анализу процессов в электрических цепях: эмпирический и теоретический. Модели электронных устройств.

3. Классификация элементов электрических цепей: источники и приёмники электрической энергии (активные и пассивные элементы цепей). Источники ЭДС и тока, их идеальные и идеализированные модели. Примеры реальных источников ЭДС и тока. Управляемые источники тока и напряжения.

4. Приёмники электрической энергии: активные (сопротивление) и реактивные (индуктивность, ёмкость) элементы. Реальные приёмники и их модели. Дуальные элементы и цепи.

5. Основные определения теории электрических цепей. Электрический заряд, электромагнитное поле, электрический ток, потенциал, напряжение и ЭДС, электрическая цепь. Мгновенная мощность и энергия.

6. Назначение измерений в электрических цепях. Основные электрические измерительные приборы. Схемы подключения приборов. Погрешности приборов.

7. Сопротивление и проводимость проводников. Закон Ома для участка и полной цепи. Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие тока.

8. Линейные и нелинейные элементы. Статические и дифференциальные параметры элементов.
9. Понятие электрической цепи. Схемы электрической цепи. Основные топологические понятия теории цепей: ветвь, узел, контур, независимый контур, граф, дерево графа.
10. Первый и второй законы Кирхгофа. Составление по законам Кирхгофа системы линейных алгебраических уравнений и методы её решения.
11. Эквивалентные преобразования источников и потребителей электрической энергии. Последовательные и параллельные соединения участков электрической цепи.
12. Преобразование соединений сопротивлений из треугольника в звезду и наоборот. Расчет простых резистивных схем.
13. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Метод наложения. Метод эквивалентного источника (генератора).
14. Баланс мощности: формулировка, способ расчёта и проверки.
15. Классификация двухполюсников: активные и пассивные, их условное обозначение. Особые работы активных двухполюсников: холостой ход, короткое замыкание.
16. Метод эквивалентного источника (генератора). Условие передачи максимальной мощности от источника нагрузке.
17. Источники электрической энергии переменного тока. Основные параметры сигналов синусоидального тока. Мгновенное, амплитудное, действующее и среднее значения синусоидального тока (напряжения).
18. Представление синусоидальных величин в виде выражения во временной области. Изображение синусоидальных функций времени векторами на комплексной плоскости. Переход от мгновенных значений к комплексным изображениям и обратно.
19. Комплексная амплитуда. Комплексное действующее значение. Формы представления комплексных чисел. Операции с комплексными числами.
20. Элементы и параметры цепи переменного тока. Синусоидальный ток в цепи с резистором: связь между напряжением и током, мгновенная мощность и активная мощность на резисторе.
21. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Потокосцепление.
22. Реактивные элементы электрической цепи синусоидального тока: катушка индуктивности, конденсатор. Идеализированные и идеальные модели реактивных элементов.
23. Связь между напряжением и током, мгновенная мощность и реактивная мощность на индуктивности и ёмкости. Основные расчётные соотношения, графики мгновенных значений. Индуктивное и ёмкостное сопротивление.
24. Последовательное и параллельное соединение резистора, индуктивности и ёмкости. Комплексные сопротивления. Треугольники сопротивлений и проводимостей.
25. Активная, реактивная и полная мощности. Решение задач по неразветвленным цепям с построением векторных диаграмм.
26. Задача анализа установившегося синусоидального режима. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Метод комплексных амплитуд и комплексных действующих значений.
27. Порядок расчёта цепей синусоидального тока комплексным методом. Построение векторных диаграмм токов и топографических диаграмм напряжений. Показания приборов в цепи синусоидального тока.
28. Балансы активной, реактивной, полной и комплексной мощности.
29. Резонансные режимы в последовательном и параллельном контурах. Условие резонанса. Резонанс напряжений в неразветвлённой RLC-цепи. Резонанс токов в разветвлённой RLC-цепи. Резонансная частота. Добротность контура.
30. Понятие о переходных процессах. Причины возникновения переходных

процессов (изменение параметров источников или приёмников, коммутации в цепи). Законы коммутации для индуктивности и конденсатора. Начальные условия.

31. Принужденный (вынужденный) и свободный (собственные колебания) режимы, их определение при различных типах источников.

32. Переходные процессы в цепях второго порядка. Классический метод расчёта переходных процессов. Характеристическое уравнение цепи, способы его составления.

33. Общие сведения о четырёхполюсниках. Классификация четырёхполюсников. Пассивные и проходные четырёхполюсники, различные системы их уравнений. Основные уравнения и системы первичных параметров неавтономных четырёхполюсников.

34. Схемы замещения четырёхполюсников. Коэффициенты четырёхполюсника и связь между ними. Расчёт коэффициентов четырёхполюсника. Вторичные параметры четырёхполюсников.

35. Симметричные четырёхполюсники. Характеристические параметры и значения согласованной нагрузки. Каскадные соединения четырёхполюсников.

36. Основные понятия об электрических фильтрах. Классификация фильтров. Комплексные коэффициенты передачи, амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики четырёхполюсников.

37. Амплитудно-фазовая характеристика в комплексной плоскости. АЧХ и ФЧХ простейших цепей (RL, RC, RLC). Анализ прохождения сигналов через линейные цепи в частотной области.

38. Назначение, устройство и принцип действия простейшего однофазного трансформатора. Повышающие и понижающие трансформаторы. Коэффициент трансформации. Гальваническая развязка.

39. Электрические машины: определение, назначение. Типы электрических машин. Принцип действия. Электрические машины постоянного тока.

40. Электрические машины переменного тока. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия асинхронного и синхронного двигателей.

41. Основные сведения о полупроводниках, их параметры в сравнении с проводниками и диэлектриками. Основные полупроводниковые элементы и соединения. Собственные и примесные полупроводники. Акцепторные и донорные примеси.

42. Электроны и дырки. Собственная, донорная (электронная) и акцепторная (дырочная) проводимость. Электронно-дырочный (p-n) переход: определение, основные свойства, способы получения, энергетическая диаграмма.

43. Диффузионный и дрейфовый ток. Электронно-дырочный переход в равновесном и неравновесном состоянии. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) p-n перехода: идеальная, идеализированная, реальная. Формула Шокли. Прямое и обратное включение.

44. Пробой p-n перехода и его виды. Влияние температуры на ВАХ p-n перехода. Схемы замещения p-n перехода, его барьерная и диффузионная ёмкости.

45. Основные полупроводниковые элементы на основе p-n перехода (выпрямительные диоды, стабилитроны, туннельные диоды): их ВАХ, основные параметры, области применения, условно-графические обозначения.

46. Биполярные транзисторы: определение, устройство, принцип действия, области применения. Классификация и условные графические обозначения биполярных транзисторов.

47. Режимы работы биполярного транзистора: нормальный активный режим, режим насыщения, режим отсечки, инверсный активный режим. Выбор режима работы транзистора по постоянному току.

48. Полевые транзисторы: определение, области применения. Классификация и условные графические обозначения полевых транзисторов. Преимущества полевых транзисторов с изолированным затвором.

49. Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом: упрощённая конструкция, принцип действия, выходная (стоковая) и передаточная (стоко-затворная) характеристики, напряжение отсечки, начальный ток стока, эффект модуляции длины канала, режим

насыщения.

50. Полевые транзисторы с изолированным затвором со встроенным каналом: упрощённая конструкция, принцип действия, выходная (стоковая) и передаточная (стоко-затворная) характеристики, напряжение отсечки, начальный ток стока.

51. Полевые транзисторы с изолированным затвором с индуцированным каналом: упрощённая конструкция, принцип действия, выходная (стоковая) и передаточная (стоко-затворная) характеристики, напряжение отсечки, начальный ток стока.

52. Тиристоры: структура, свойства, способы включения, область применения. Вольт-амперная характеристика, основные параметры тиристоров.

53. Классификация тиристоров, их условно-графические обозначения. Однооперационные (незапираемые) и двухоперационные (запираемые) тиристоры, области их применения. Симисторы.

54. Классификация преобразовательных устройств, их основное назначение. Ключевой режим работы полупроводниковых приборов в преобразователях.

55. Вторичные источники питания. Структура, параметры и характеристики вторичных источников питания. Принципы построения и функциональные узлы вторичных источников электропитания. Выпрямители и сглаживающие фильтры.

56. Выпрямители: определение, принцип действия. Однофазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления: принципы работы, параметры, области применения.

57. Инверторы: определение, принцип действия. Классификация инверторов.

58. Инверторы, ведомые сетью. Инверторы тока и напряжения. Автономные инверторы.

59. Усилители: определение, основные принципы работы. Основные параметры усилителей: коэффициент усиления по напряжению, по току, по мощности, входное сопротивление, выходное сопротивление. АЧХ и ФЧХ идеального усилителя.

60. Классификация усилителей по виду АЧХ: усилители постоянного тока, усилители переменного тока, избирательные усилители.

61. Усилители переменного тока: определение, принципы построения. Частотные искажения. Фазовые искажения. Линейные искажения. Нелинейные искажения. Коэффициент гармоник.

62. Усилители постоянного тока: определение, принципы построения. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Особенности анализа схем с операционными усилителями.

63. Интегральные операционные усилители: условно-графическое обозначение, основные параметры и характеристики. Параметры идеальных и реальных операционных усилителей.

64. Схемы на операционных усилителях: инвертирующий и неинвертирующий усилители, повторители напряжения, устройства суммирования и вычитания, интегрирующий и дифференцирующий усилители.

65. Схемы на операционных усилителях: компараторы напряжения, источники эталонного напряжения и тока, автогенераторы, активные фильтры.

7.2. Вопросы к экзамену:

1. Введение в электротехнику и её задачи. Краткая история развития электротехники и радиотехники. Особенности современного состояния, связанные с развитием микроэлектроники, вычислительной техники.

2. Различные подходы к анализу процессов в электрических цепях: эмпирический и теоретический. Модели электронных устройств.

3. Классификация элементов электрических цепей: источники и приёмники электрической энергии (активные и пассивные элементы цепей). Источники ЭДС и тока,

их идеальные и идеализированные модели. Примеры реальных источников ЭДС и тока. Управляемые источники тока и напряжения.

4. Приёмники электрической энергии: активные (сопротивление) и реактивные (индуктивность, ёмкость) элементы. Реальные приёмники и их модели. Дуальные элементы и цепи.

5. Основные определения теории электрических цепей. Электрический заряд, электромагнитное поле, электрический ток, потенциал, напряжение и ЭДС, электрическая цепь. Мгновенная мощность и энергия.

6. Назначение измерений в электрических цепях. Основные электрические измерительные приборы. Схемы подключения приборов. Погрешности приборов.

7. Сопротивление и проводимость проводников. Закон Ома для участка и полной цепи. Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие тока.

8. Линейные и нелинейные элементы. Статические и дифференциальные параметры элементов.

9. Понятие электрической цепи. Схемы электрической цепи. Основные топологические понятия теории цепей: ветвь, узел, контур, независимый контур, граф, дерево графа.

10. Первый и второй законы Кирхгофа. Составление по законам Кирхгофа системы линейных алгебраических уравнений и методы её решения.

11. Эквивалентные преобразования источников и потребителей электрической энергии. Последовательные и параллельные соединения участков электрической цепи.

12. Преобразование соединений сопротивлений из треугольника в звезду и наоборот. Расчет простых резистивных схем.

13. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Метод наложения. Метод эквивалентного источника (генератора).

14. Баланс мощности: формулировка, способ расчёта и проверки.

15. Классификация двухполюсников: активные и пассивные, их условное обозначение. Особые работы активных двухполюсников: холостой ход, короткое замыкание.

16. Метод эквивалентного источника (генератора). Условие передачи максимальной мощности от источника нагрузке.

17. Источники электрической энергии переменного тока. Основные параметры сигналов синусоидального тока. Мгновенное, амплитудное, действующее и среднее значения синусоидального тока (напряжения).

18. Представление синусоидальных величин в виде выражения во временной области. Изображение синусоидальных функций времени векторами на комплексной плоскости. Переход от мгновенных значений к комплексным изображениям и обратно.

19. Комплексная амплитуда. Комплексное действующее значение. Формы представления комплексных чисел. Операции с комплексными числами.

20. Элементы и параметры цепи переменного тока. Синусоидальный ток в цепи с резистором: связь между напряжением и током, мгновенная мощность и активная мощность на резисторе.

21. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Потокосцепление.

22. Реактивные элементы электрической цепи синусоидального тока: катушка индуктивности, конденсатор. Идеализированные и идеальные модели реактивных элементов.

23. Связь между напряжением и током, мгновенная мощность и реактивная мощность на индуктивности и ёмкости. Основные расчётные соотношения, графики мгновенных значений. Индуктивное и ёмкостное сопротивления.

24. Последовательное и параллельное соединение резистора, индуктивности и ёмкости. Комплексные сопротивления. Треугольники сопротивлений и проводимостей.

25. Активная, реактивная и полная мощности. Решение задач по неразветвленным цепям с построением векторных диаграмм.
26. Задача анализа установившегося синусоидального режима. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Метод комплексных амплитуд и комплексных действующих значений.
27. Порядок расчёта цепей синусоидального тока комплексным методом. Построение векторных диаграмм токов и топографических диаграмм напряжений. Показания приборов в цепи синусоидального тока.
28. Балансы активной, реактивной, полной и комплексной мощности.
29. Использование метода наложения в случае наличия в цепи нескольких источников с разной частотой синусоидального тока.
30. Резонансные режимы в последовательном и параллельном контурах. Условие резонанса. Резонанс напряжений в неразветвлённой RLC-цепи. Резонанс токов в разветвлённой RLC-цепи. Резонансная частота. Добротность контура.
31. Способы достижения резонанса. Комплексные частотные характеристики идеализированных двухполюсных элементов. Полоса пропускания. Резонансные кривые. Энергетические соотношения.
32. Представление несинусоидального тока в виде тригонометрического ряда Фурье-Эйлера. Состав высших гармоник при наличии симметрии форм кривых тока или напряжения. Понятие о частоте спектра. Особенности расчета цепей несинусоидального тока при наличии высших гармоник. Резонансные явления в цепи несинусоидального тока.
33. Действующее и среднее значения сигналов. Показания приборов в цепях несинусоидального тока. Коэффициенты, характеризующие несинусоидальность кривых. Мощности в цепи несинусоидального тока: мгновенная, активная, реактивная, полная, мощность искажения.
34. Понятие о переходных процессах. Причины возникновения переходных процессов (изменение параметров источников или приёмников, коммутации в цепи). Законы коммутации для индуктивности и конденсатора. Начальные условия.
35. Задача расчёта переходного процесса при коммутации в цепи постоянного тока. Анализ переходных процессов в электрических цепях во временной области. Переходные процессы в цепях первого порядка (для простейших RL- и RC-цепей).
36. Принужденный (вынужденный) и свободный (собственные колебания) режимы, их определение при различных типах источников.
37. Переходные процессы в цепях второго порядка. Классический метод расчёта переходных процессов. Характеристическое уравнение цепи, способы его составления.
38. Влияние вида корней на характер свободного режима. Определение постоянных интегрирования по независимым и зависимым начальным условиям.
39. Определение реакции цепи во временной области при произвольном воздействии (интеграл Дюамеля).
40. Суть операторного метода анализа и расчёта переходных процессов. Прямое преобразование Лапласа.
41. Изображения производных, интегралов и простейших функций. Операторные схемы замещения накопителей энергии (индуктивности и ёмкости).
42. Эквивалентная операторная схема рассматриваемой цепи. Проверка правильности найденного изображения по предельным соотношениям. Определение оригинала с помощью теоремы разложения Хевисайда (метод неопределённых коэффициентов).
43. Общие сведения о четырёхполюсниках. Классификация четырёхполюсников. Пассивные и проходные четырёхполюсники, различные системы их уравнений. Основные уравнения и системы первичных параметров неавтономных четырёхполюсников.
44. Схемы замещения четырёхполюсников. Коэффициенты четырёхполюсника и связь между ними. Расчёт коэффициентов четырёхполюсника. Вторичные параметры

четырёхполюсников.

45. Входное сопротивление четырёхполюсника при произвольной нагрузке. Холостой ход, короткое замыкание и их связь с параметрами четырёхполюсника. Экспериментальное определение первичных параметров.

46. Симметричные четырёхполюсники. Характеристические параметры и значения согласованной нагрузки. Каскадные соединения четырёхполюсников.

47. Основные понятия об электрических фильтрах. Классификация фильтров. Комплексные коэффициенты передачи, амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики четырёхполюсников.

48. Амплитудно-фазовая характеристика в комплексной плоскости. АЧХ и ФЧХ простейших цепей (RL, RC, RLC). Анализ прохождения сигналов через линейные цепи в частотной области.

49. Связь между частотными и временными характеристиками цепи. Определение реакции цепи по её частотным характеристикам при гармоническом, произвольном периодическом и произвольном непериодическом воздействиях.

50. Назначение, устройство и принцип действия простейшего однофазного трансформатора. Повышающие и понижающие трансформаторы. Коэффициент трансформации. Гальваническая развязка.

51. Автотрансформаторы. Трёхфазные трансформаторы.

52. Электрические машины: определение, назначение. Типы электрических машин. Принцип действия. Электрические машины постоянного тока.

53. Электрические машины переменного тока. Вращающееся магнитное поле. Принцип действия асинхронного и синхронного двигателей.

54. Трёхфазные электрические цепи. Порядок чередования фаз. Несвязанная и связанная трёхфазные цепи. Системы прямой и обратной последовательности.

55. Соединение обмоток генератора и фаз приемника звездой и треугольником. Нейтральный провод. Трёхпроводная и четырёхпроводная системы. Фазные и линейные напряжения и токи.

56. Свойства симметричных трехфазных цепей. Расчёт симметричных режимов. Соединение звезда-звезда, треугольник-треугольник. Векторные диаграммы.

57. Расчёт несимметричных режимов в трехфазных цепях. Измерение активной и реактивной мощности.

58. Мощность в трёхфазных цепях.

59. Основные сведения о полупроводниках, их параметры в сравнении с проводниками и диэлектриками. Основные полупроводниковые элементы и соединения. Собственные и примесные полупроводники. Акцепторные и донорные примеси.

60. Электроны и дырки. Собственная, донорная (электронная) и акцепторная (дырочка) проводимость. Электронно-дырочный (p-n) переход: определение, основные свойства, способы получения, энергетическая диаграмма.

61. Диффузионный и дрейфовый ток. Электронно-дырочный переход в равновесном и неравновесном состоянии. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) p-n перехода: идеальная, идеализированная, реальная. Формула Шокли. Прямое и обратное включение.

62. Пробой p-n перехода и его виды. Влияние температуры на ВАХ p-n перехода. Схемы замещения p-n перехода, его барьерная и диффузионная ёмкости.

63. Основные полупроводниковые элементы на основе p-n перехода (выпрямительные диоды, стабилитроны, туннельные диоды): их ВАХ, основные параметры, области применения, условно-графические обозначения.

64. Светодиоды и фотодиоды, импульсные диоды, варикапы.

65. Биполярные транзисторы: определение, устройство, принцип действия, области применения. Классификация и условные графические обозначения биполярных транзисторов.

66. Статический коэффициент передачи тока эмиттера биполярного транзистора. Связь тока коллектора с током базы.

67. Режимы работы биполярного транзистора: нормальный активный режим, режим насыщения, режим отсечки, инверсный активный режим. Выбор режима работы транзистора по постоянному току.

68. Схемы включения биполярных транзисторов: с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором. Входные и выходные статические характеристики биполярного транзистора для каждой схемы включения.

69. Полевые транзисторы: определение, области применения. Классификация и условные графические обозначения полевых транзисторов. Преимущества полевых транзисторов с изолированным затвором.

70. Полевые транзисторы с управляющим р-n переходом: упрощённая конструкция, принцип действия, выходная (стоковая) и передаточная (стоко-затворная) характеристики, напряжение отсечки, начальный ток стока, эффект модуляции длины канала, режим насыщения.

71. Низкочастотные малосигнальные параметры полевого транзистора: крутизна, дифференциальное сопротивление сток-исток, коэффициент усиления по напряжению.

72. Полевые транзисторы с изолированным затвором со встроенным каналом: упрощённая конструкция, принцип действия, выходная (стоковая) и передаточная (стоко-затворная) характеристики, напряжение отсечки, начальный ток стока.

73. Полевые транзисторы с изолированным затвором с индуцированным каналом: упрощённая конструкция, принцип действия, выходная (стоковая) и передаточная (стоко-затворная) характеристики, напряжение отсечки, начальный ток стока.

74. Тиристоры: структура, свойства, способы включения, область применения. Вольт-амперная характеристика, основные параметры тиристоров.

75. Классификация тиристоров, их условно-графические обозначения. Однооперационные (незапираемые) и двухоперационные (запираемые) тиристоры, области их применения. Симисторы.

76. Силовые биполярные и полевые транзисторы: параметры, области применения.

77. IGBT-транзисторы (биполярные транзисторы с изолированным затвором): принцип построения, условно-графическое обозначение, параметры, области применения.

78. Классификация преобразовательных устройств, их основное назначение. Ключевой режим работы полупроводниковых приборов в преобразователях.

79. Вторичные источники питания. Структура, параметры и характеристики вторичных источников питания. Принципы построения и функциональные узлы вторичных источников электропитания. Выпрямители и сглаживающие фильтры.

80. Стабилизаторы напряжения. Стабилизаторы напряжения с импульсным регулированием на интегральных микросхемах в импульсных источниках питания.

81. Выпрямители: определение, принцип действия. Однофазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления: принципы работы, параметры, области применения.

82. Сравнение схемы с нулевой точкой и мостовой схемы. Коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения. Использование сглаживающих фильтров и их влияние на происходящие процессы.

83. Управляемые выпрямители: назначение, принципы управления, регулировочные характеристики.

84. Трёхфазные и многофазные выпрямители: принципы работы, параметры, области применения.

85. Инверторы: определение, принцип действия. Классификация инверторов.

86. Инверторы, ведомые сетью. Инверторы тока и напряжения. Автономные инверторы.

87. Усилители: определение, основные принципы работы. Основные параметры усилителей: коэффициент усиления по напряжению, по току, по мощности, входное сопротивление, выходное сопротивление. АЧХ и ФЧХ идеального усилителя.

88. Классификация усилителей по виду АЧХ: усилители постоянного тока, усилители переменного тока, избирательные усилители.

89. Усилители переменного тока: определение, принципы построения. Частотные искажения. Фазовые искажения. Линейные искажения. Нелинейные искажения. Коэффициент гармоник.

90. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики усилителей. Динамический диапазон. Максимальная выходная мощность. Коэффициент полезного действия. Режимы работы усилителей: А, В, АВ, С, D.

91. Обратные связи в усилительных устройствах. Режимы работы усилительных каскадов. Резисторные усилительные каскады. Цепи смещения. Способы повышения стабильности режима.

92. Основные схемы усилителей на биполярных транзисторах.

93. Основные схемы усилителей на полевых транзисторах.

94. Каскадное включение усилителей. Частотные характеристики многокаскадного усилителя.

95. Усилители постоянного тока: определение, принципы построения. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Особенности анализа схем с операционными усилителями.

96. Дифференциальный усилительный каскад: схема, принцип работы.

97. Интегральные операционные усилители: условно-графическое обозначение, основные параметры и характеристики. Параметры идеальных и реальных операционных усилителей.

98. Характеристики и параметры операционных усилителей с обратными связями. Схемы сдвига уровня напряжения.

99. Схемы на операционных усилителях: инвертирующий и неинвертирующий усилители, повторители напряжения, устройства суммирования и вычитания, интегрирующий и дифференцирующий усилители.

100. Схемы на операционных усилителях: компараторы напряжения, источники эталонного напряжения и тока, автогенераторы, активные фильтры.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Электронный каталог и электронные информационные ресурсы, предоставляемые научной библиотекой ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» доступны по ссылке <http://library.chuvsu.ru/>

8.1. Рекомендуемая основная литература

№ п/п	Наименование
1.	Алексеев Н.К., Владимиров Э.В. Теоретические основы электротехники: методы расчета установившихся режимов линейных электрических цепей: учебное пособие; отв. ред. В.М. Шевцов. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2011. – 135 с.
2.	Васильева В.Я., Ефремов В.А., Ильин А.А. Теоретические основы электротехники: исследование линейных однофазных и трехфазных электрических цепей: лабораторный практикум; отв. ред. В.М. Шевцов. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2015. – 119 с.
3.	Полупроводниковые диоды и транзисторы: лабораторный практикум / Г.А. Белов, В.Г. Григорьев, Г.В. Малинин и др.; отв. ред. В.Г. Григорьев. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2010. – 60 с.
4.	Захаров Н.В. Электротехника и электроника в среде “Electronics Workbench (Multisim)”: лабораторный практикум; отв. ред. С.Д. Слонимский. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2010. – 40 с.

8.2. Рекомендуемая дополнительная литература

№ п/п	Наименование
1.	Ильин В.А., Ефимов Н.С., Лямец Ю.Я. Теоретические основы электротехники. Теория линейных

	электрических цепей: конспект лекций; отв. ред. Лямец Ю.Я. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 1999. – 130 с.
2.	Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи: учебник для вузов. – 8-е изд., перераб., доп. – М.: Высш. шк., 1984. – 559 с.
3.	Белов Г.А. Электроника и микроэлектроника: учебное пособие для вузов; отв. ред. Пряников В.С. – 2-е изд., испр. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2001. – 377 с.
4.	Захаров В.Г. Символьные расчеты в электротехнике, электронике и автоматике: учебное пособие; отв. ред. Г.А. Белов. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2011. – 88 с.

8.3. Рекомендуемые методические разработки по дисциплине

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Сьедин В.Г. Электротехника и электроника: метод. указания. – Ухта: УГТУ, 2016. – 42 с.	URL: http://lib.ugtu.net/system/files/books/2016/sedin_v.g._elektrotehnika_i_elektronika_2016.pdf
2.	Методическая разработка курс лекций по дисциплине «Электротехника и электроника»	URL: http://fiz.na5bal.ru/doc/1065/index.html
3.	Методическая разработка открытого практического занятия по дисциплине «Электротехника и электроника» с применением компьютерных технологий	URL: https://nsportal.ru/npo-spo/energetika-energeticheskoe-mashinostroenie-i-elektrotehnika/library/2017/10/07
4.	Методическая разработка урока по дисциплине «Электротехника и электроника» на тему: «Трёхфазные электрические цепи»	URL: https://multiurok.ru/files/mietodichieskaia-razrabotka-uroka-po-distsiplini-5.html
5.	Методические рекомендации обучающимся по выполнению практических занятий учебной дисциплины «Электротехника и электроника»	URL: https://videouroki.net/razrabotki/metodicheskie-rekomendatsii-obuchayushchimsya-po-vypolneniyu-prakticheskikh-zanyatij-uchebnoy-distsipliny-elektrotehnika-i-elektronika.html
6.	Методическая разработка открытого занятия по электротехнике и электронике на тему: «Трансформаторы»	URL: https://kopilkaurokov.ru/vsemUchitelam/uroki/mietodichieskaia_razrabotka_otkrytogo_zaniatia_po_elektrotiekhnike_i_elektre
7.	Методические указания по оформлению отчета по производственной практике	URL: http://library.chuvsu.ru/downloads/book/Захаров В.Г. Символьные расчеты в электротехнике, электронике и автоматике.pdf

8.4. Программное обеспечение, профессиональные базы данных, информационно-справочные системы.

Программное обеспечение, профессиональные базы данных, информационно-справочные системы, предоставляемые управлением информатизации ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» доступны по ссылке <http://ui.chuvsu.ru/>*

8.4.1. Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1.	MS Office/ LibreOffice	лицензия университета/ свободное лицензионное соглашение (https://ru.libreoffice.org/)
2.	MS Windows/Linux (Ubuntu)	лицензия университета/ свободное лицензионное соглашение (http://ubuntu.ru/)
3.	Micro-Cap Evaluation/Student Version	(http://www.spectrum-soft.com/demoform.shtm)
4.	LTspice/SwitcherCAD	свободное лицензионное соглашение (http://ltspice.linear.com/software/LTspiceIV.exe)
5.	EDWinXP	URL: http://www.visionics.a.se/EDWinForm.aspx
6.	DoCircuits	URL: http://www.docircuits.com/download#

7.	Delta Design	URL: http://dd.ru/download-new
8.	Symica	URL: http://symica.com/products/symica-free-edition

8.4.2. Базы данных, информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Условия доступа/скачивания
1.	Гарант	из внутренней сети университета (договор)*
2.	Консультант +	

8.4.3. Рекомендуемые интернет-ресурсы и открытые он-лайн курсы

№ п/п	Наименование интернет ресурса	Режим доступа
1.	Российская Государственная Библиотека	http://www.rsl.ru
2.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://www.gpntb.ru
3.	Фундаментальная библиотека Нижегородского государственного университета	http://www.unn.ru/library
4.	Научная библиотека Казанского государственного университета	http://lsl.ksu.ru
5.	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru
6.	Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов	http://window.edu.ru
7.	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru
8.	Борминский С.А. Электротехника и электроника: электронное учебное пособие	URL: http://www.ssau.ru/files/education/uch_posob/Электротехника %20и%20электроника-Борминский%20СА.pdf
9.	Нохрин А.Н. Электротехника и электроника. Курс лекций. Часть I. Электротехника	URL: http://6spo11.ucoz.ru/_ld/0/52_1.pdf
10.	Лавров В.М. Электротехника и электроника: Конспект лекций	URL: http://www.bourabai.kz/library/lavrov.pdf
11.	Козлова И.С. Электротехника: Конспект лекций	URL: http://shporgaloshka.ucoz.ru/Agrarnoepravo/ehlektrotekhnika-konspekt_lekcij.pdf
12.	Брякин Л.А. Электротехника и электроника: Конспект лекций	URL: http://bourabai.ru/library/briakin.pdf

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине оснащены автоматизированным рабочим местом (АРМ) преподавателя, обеспечивающим тематические иллюстрации и демонстрации, соответствующие программе дисциплины в составе:

- мультимедийный проектор с дистанционным управлением;
- мультимедийное звуковое оборудование.

Учебные аудитории самостоятельных занятий по дисциплине оснащены АРМ преподавателя и пользовательскими АРМ по числу обучающихся, объединенных локальной сетью («компьютерный» класс), с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

Учебные аудитории для лабораторных занятий по дисциплине оснащены специальным оборудованием в составе:

1. Лабораторные стенды по основам электротехники и электроники.
2. Аналоговые двухлучевые осциллографы.

9. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям лиц с ограниченными возможностями

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

10. Методические рекомендации по освоению дисциплины

В ходе лекционных занятий студенту рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Следует обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. При составлении конспекта желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых в дальнейшем можно делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. В ходе лекционных занятий рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам рекомендуется изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях (журналах). Основой для выполнения лабораторной работы являются разработанные кафедрой методические указания. Рекомендуется дорабатывать свой конспект лекций, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой дисциплины. Желательно подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практическое занятие (семинар). Готовясь к докладу или реферативному сообщению, рекомендуется обращаться за методической помощью к преподавателю, составить план-конспект своего выступления, продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с практикой. В процессе подготовки студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании выпускной квалификационной работы.

Формы организации студентов на лабораторных работах и практических занятиях: групповая и индивидуальная. При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2-5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Если в результате выполнения лабораторной работы запланирована подготовка письменного отчета, то отчет о выполненной работе необходимо оформлять в соответствии с требованиями методических указаний. Качество выполнения лабораторных работ является важной составляющей оценки текущей успеваемости обучающегося.